

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013761750 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2001-245961/200126

XRPX Acc No: N01-175052

Procedure for production of micro-mechanical structures such as rotation sensors has extra protective layer deposition and etching steps to protect the structure during processing of the reverse side of the substrate

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC )

Inventor: BISCHOF U; OFFENBERG M

Number of Countries: 003 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
-----------	------	------	-------------	------	------	------

DE 19939318	A1	20010222	DE 1039318	A	19990819	200126 B
-------------	----	----------	------------	---	----------	----------

JP 2001105399	A	20010417	JP 2000246975	A	20000816	200128
---------------	---	----------	---------------	---	----------	--------

US 6368885	B1	20020409	US 2000641438	A	20000817	200227
------------	----	----------	---------------	---	----------	--------

Priority Applications (No Type Date): DE 1039318 A 19990819

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 19939318	A1	6	B81C-001/00		
-------------	----	---	-------------	--	--

JP 2001105399	A	5	B81C-001/00		
---------------	---	---	-------------	--	--

US 6368885	B1		G01R-031/26		
------------	----	--	-------------	--	--

Abstract (Basic): DE 19939318 A1

NOVELTY - Procedure has the following steps: formation of a micro-mechanical structure (B1-B3) on the front surface (VS) of a substrate (1); deposition of a protective layer (S) on the structure; machining of a further micro-mechanical structure on the rear side (RS) of the substrate, which is supported by the forward side structure; removal of the protective layer.

DETAILED DESCRIPTION - Optional further machining of either front or rear side can be undertaken after the above steps.

USE - Manufacture of micro-mechanical structures made using semiconductor technology, especially tachometers or rotational velocity or position sensors, such as a Coriolis rotation rate sensor.

ADVANTAGE - Deposition of a protection layer allows double sided processing of a wafer with increased reliability and reduced contamination of the two sides of the structure.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - Figure shows a section through a semiconductor wafer with structures machined on each side.

substrate (1)

forward surface structure (B1-B3)

rear surface structure (B4)

protective layer (S)

forward side (VS)

reverse or rear side. (RS)

pp; 6 DwgNo 2/4

Title Terms: PROCEDURE; PRODUCE; MICRO; MECHANICAL; STRUCTURE; ROTATING; SENSE; EXTRA; PROTECT; LAYER; DEPOSIT; ETCH; STEP; PROTECT; STRUCTURE; PROCESS; REVERSE; SIDE; SUBSTRATE

Derwent Class: Q68; S02; U11; U12; V06; W06

International Patent Class (Main): B81C-001/00; G01R-031/26

International Patent Class (Additional): B81B-003/00; G01C-019/56;

G01P-009/04; H01L-021/00; H01L-021/306; H01L-021/66; H01L-029/84

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A02F; S02-B07; U11-C18C; U12-B03F; V06-L02;  
V06-L03; W06-A07

?



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 39 318 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 81 C 1/00**  
H 01 L 21/306  
G 01 C 19/56

②① Aktenzeichen: 199 39 318.4  
②② Anmeldetag: 19. 8. 1999  
④③ Offenlegungstag: 22. 2. 2001

**DE 199 39 318 A 1**

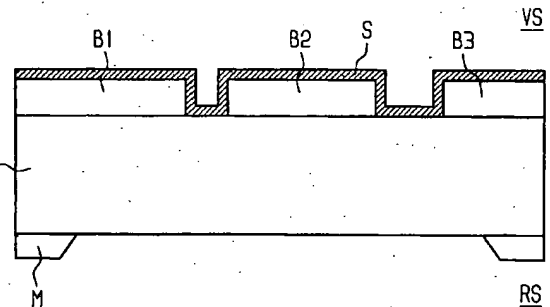
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Offenberg, Michael, Dr., 72138 Kirchentellinsfurt,  
DE; Bischof, Udo, 72827 Wannweil, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements

⑤⑦ Die Erfindung schafft ein Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements, insbesondere eines oberflächenmikromechanischen Drehratensensors, mit den Schritten: Bereitstellen eines Substrats (1) mit einer Vorderseite (VS) und einer Rückseite (RS); Bilden einer mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS); Aufbringen einer Schutzschicht (S) auf der mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS); Bilden einer mikromechanischen Struktur (B4) auf der Rückseite (RS), wobei zumindest zeitweise ein Lagern auf der mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS) erfolgt; Entfernen der Schutzschicht (S) auf der Vorderseite (VS); und optionelles Weiterbearbeiten der mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS) und/oder der mikromechanischen Struktur (B4) auf der Rückseite (RS).



**DE 199 39 318 A 1**

## STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements, insbesondere eines oberflächenmikromechanischen Drehratensensors, mit den Schritten: Bilden einer mikromechanischen Struktur auf der Vorderseite und auf der Rückseite.

Obwohl prinzipiell auf beliebige mikromechanische Bauelemente anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug auf diesen bekannten oberflächenmikromechanischen Drehratensensor näher erläutert.

Bei der Herstellung von mikromechanischen Bauelementen kann neben der Vorderseite eines Wafers, z. B. aus Silizium, auch die Rückseite bearbeitet werden, um eine mikromechanische Struktur darauf zu erstellen. Wenn sich dabei auf der Vorderseite des Wafers bereits mikromechanische Strukturen oder Schichten befinden, können diese durch Ablegen des Wafers auf einer Gerätehalterung beschädigt werden bzw. durch Partikel kontaminiert werden. Dadurch kann die Funktionsfähigkeit des fertiggestellten Bauelements negativ beeinflusst werden.

Die DE 195 39 049 A1 betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Coriolis-Drehratensensors mit federnd an einem Substrat aufgehängten, schwingenden Trägermassen sowie Antriebsmitteln zur Anregung einer planaren Schwingung der Trägermassen und Auswertemitteln zum Erfassen einer Coriolis-Beschleunigung. Es ist vorgesehen, daß die schwingenden Trägermassen sowie die Antriebsmittel und integrierte Anschläge in einem gemeinsamen Arbeitsgang mittels Plasmaätzens aus einem Silizium-Wafer strukturiert werden.

Im speziellen Fall des Drehratensensors, welcher aus der DE 195 39 049 A1 bekannt ist, sind sowohl oberflächen- wie auch volumenmikromechanische Arbeitsschritte erforderlich. Dabei wird der Wafer für die rückwärtige Prozessierung mit der bereits vorbehandelten Vorderseite auf Gerätehalterungen abgelegt. Etwa vorhandene Partikel in diesen Geräten können an der strukturierten Oberfläche der Vorderseite haften bleiben und bei späteren Ätzschritten auf die darunterliegenden Schichten übertragen werden. Durch die nachfolgenden Prozeßschritte können frei bewegliche Partikel entstehen, die in dem betreffenden mikromechanischen Bauelement ein Zuverlässigkeitsproblem darstellen.

Aus der DE 44 42 033 C2 ist ebenfalls ein Drehratensensor bekannt, bei dessen Herstellung Vorderseiten- und Rückseitenprozesse an einem Halbleitersubstrat ausgeführt werden müssen.

**Fig. 4** ist eine schematische Querschnittsdarstellung eines bekannten mikromechanischen Drehratensensors, der nach dem üblichen Verfahren hergestellt wird.

In **Fig. 4** bezeichnet Bezugszeichen **1** ein Si-Substrat, **2** ein unteres Oxid, **3** eine vergrabene Leiterbahn aus Polysilizium, **4** ein oberes Oxid, **6** einen Bondrahmen aus Epitaxie-Polysilizium, **7** ein Bondpad aus Aluminium, **9** ein Abdichtglas bzw. Seal-Glas, **10** eine Si-Schutzkappe, **100** einen Si-Wafer, **20** einen Schwinger, **30** eine Kammstruktur, **VS** eine Vorderseite und **RS** eine Rückseite.

Bei der üblichen Technik werden insbesondere auf der Vorderseite **VS** mikromechanische Strukturen aus der 10 µm dicken Schicht **6** aus Polysilizium durch Trenchen (Grabenbildung) und Entfernen der darunterliegenden Opferschicht (Oxid **2**, **4**) freigelegt.

Auf der Rückseite erfolgt ein tiefes Ätzen in den Si-Wafer **1**. Bei dem Aufbringen und Strukturieren der dazu erforderlichen Ätzmaske ist bereits zumindest ein Teil der Vorder-

seitenstrukturen bei diesem Ätzschritt Vorhanden, und der Si-Wafer muß auf seiner Vorderseite abgelegt werden. Das führt häufig zu Verschmutzungen und entsprechenden Ausbeuteeinbußen.

## VORTEILE DER ERFINDUNG

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist gegenüber dem bekannten Lösungsansatz den Vorteil auf, daß durch eine einfache Modifikation des bekannten Verfahrens, nämlich lediglich durch Hinzufügung eines Abscheidungs- und eines Ätzprozesses, die Zuverlässigkeit und Funktionstüchtigkeit des mikromechanischen Bauelements wesentlich erhöht werden kann und eine Verringerung der Partikelkontamination bei der doppelseitigen Bearbeitung von Halbleiter-Wafern bzw. Substraten für mikromechanische Bauelemente erzielbar ist.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, bei der Prozessierung von mikromechanischen Strukturen durch eine temporäre Schutzschicht die Vorderseite eines Wafers bzw. Substrats während der Rückseitenprozessierung zu schützen und zu geeigneter Zeit wieder zu entfernen, um so die Defektdichte zu verringern. Kern der vorliegenden Erfindung ist also die Einführung einer Schutzschicht auf der Vorderseite eines Substrats, die Partikel während der Rückseitenprozessierung aufnimmt und im Anschluß gemeinsam mit den Partikeln rückstandsfrei und selektiv über den bereits deponierten Schichten bzw. Strukturen entfernt werden kann.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in Anspruch 1 angegebenen Verfahrens.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird die Schutzschicht unmittelbar nach Bilden der mikromechanischen Struktur auf der Rückseite entfernt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird die Schutzschicht nach Bilden der mikromechanischen Struktur auf der Rückseite belassen und als Zusatzmaske für das Weiterarbeiten der mikromechanischen Struktur auf der Vorderseite verwendet. Dies hat den Vorteil der Ausdehnung des Schutzes auf spätere Vorderseitenprozesse.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung findet ein Strukturieren der Schutzschicht auf der Vorderseite statt. Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird ein selektives Entfernen der Schutzschicht durch einen isotropen Naß- oder Trockenätzprozeß durchgeführt. Dies hat den Vorteil eines optimalen Lift-Off-Verhaltens.

## ZEICHNUNGEN

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

**Fig. 1-3** eine schematische Querschnittsdarstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in Anwendung auf einen mikromechanischen Drehratensensor; und

**Fig. 4** eine schematische Querschnittsdarstellung des bekannten mikromechanischen Drehratensensors, der nach dem üblichen Verfahren hergestellt wird.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In **Fig. 1 bis 3** bezeichnen gleiche Bezugszeichen wie in **Fig. 4** gleiche oder funktionsgleiche Bestandteile.

Wie in **Fig. 1** schematisch angedeutet, werden zunächst drei mikromechanische Strukturbereiche **B1**, **B2**, **B3** auf der

Vorderseite VS des Si-Wafers 1 hergestellt.

Dabei kann es sich im Zusammenhang mit Fig. 4 z. B. um folgende Schritte handeln.

Auf dem bereitgestellten Si-Substrat 1 findet zunächst das Bilden der Opferschicht 2, 4 mit der darin vergrabenen strukturierten Leiterbahnschicht 3 statt.

Dazu erfolgt ein Oxidieren des Substrats 1 zum Bilden der ersten Oxidschicht 2 und anschließend ein Abscheiden und Strukturieren der Leiterbahnschicht 3 auf der ersten Oxidschicht 2. Hierauf geschieht die Abscheidung der zweiten Oxidschicht 4 auf der strukturierten Leiterbahnschicht 3 und der umgebenden ersten Oxidschicht 2.

Dann erfolgt die Abscheidung einer Schutzschicht S auf den vorderseitigen Strukturbereichen B1, B2, B3, welche vorliegend eine Aluminiumschicht mit einer Dicke im Mikrometerbereich ist.

Eine Schutzschicht, welche zweckmäßigerweise verwendbar ist, sollte die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- Temperaturstabilität bis zur höchsten Temperatur bei der Rückseitenprozessierung, beispielsweise üblicherweise 350
- keine Kontamination des Prozesses und der darin verwendeten Anlagen oder des Substrats durch die Schutzschicht;
- selektive Entfernbarekeit nach Abschluß der Rückseitenprozessierung gegenüber den bereits auf dem Wafer befindlichen Schichten;
- isotrope Entfernbarekeit, um die Partikelentfernbarekeit durch den Lift-Off zu gewährleisten.

Im vorliegenden Fall des Drehratensensors wird der Wafer im Rückseitenprozeß bis auf 350°C erwärmt. Als Material bietet sich daher Aluminium für die Schutzschicht S an, das kompatibel zu IC-Prozessen ist. Außerdem ist es ein sehr duktiles Material, das mechanische Belastungen durch das Handling der Wafer aufnimmt, z. B. Kratzer, und die darunterliegenden Schichten effektiv schützt. Weiterhin ist es selektiv gegenüber den sich auf dem Wafer befindlichen Schichten entfernbare (hier Polysilizium, Oxid, Nitrid).

Dann erfolgt das Maskieren mittels einer Maske M sowie anschließend das Ätzen der Rückseite des Si-Wafers 1, wobei zumindest zeitweise ein Lagern auf der mikromechanischen Struktur B1, B2, B3 auf der Vorderseite VS erfolgt.

Hierbei kann es aufgrund der Schutzschicht S zu keinen Beschädigungen kommen.

Nach der Prozessierung der Rückseite und Fertigstellung der rückseitigen mikromechanischen Struktur B4 kann die Schutzschicht S vorzugsweise in einem Naßätzverfahren entfernt werden, wobei Partikel auf der Oberfläche unterätzt und abgehoben werden, d. h. durch einen Lift-Off entfernt werden. Dazu kann auch ein Trockenätzverfahren verwendet werden, jedoch sollte das Ätzverfahren vorzugsweise isotrop wirken, um zu gewährleisten, daß die Schutzschicht S vollständig entfernt wird.

Darauf erfolgen das Bilden des Kontaktlochs und das Bilden des Bondpadsockels in an sich bekannter Art und Weise, nämlich durch Ätzen des Kontaktlochs, Abscheiden einer Epitaxie-Polysiliziumschicht, Abscheiden und Strukturieren einer Bondpad-Metallschicht und Strukturieren der Epitaxie-Polysiliziumschicht zum Bilden des Bondpadsockels. Dabei kann im übrigen auch eine anders als durch Epitaxie abgeschiedene Polysiliziumschicht verwendet werden.

Dabei werden beim Strukturieren der Epitaxie-Polysiliziumschicht gleichzeitig mit dem Bondpadsockel 11 die (in Fig. 4 gezeigte) Sensorkammstruktur 30 und die Sensorsockelstruktur 6 gebildet.

Schließlich erfolgt das Ätzen der Opferschicht 2, 4, wo-

durch die Sensorkammstruktur 30 mit Ausnahme des Verankerungsbereichs freihängend gemacht wird, sowie das Anbringen der Sensorkappe 10 auf der Sensorsockelstruktur 6, was in der in Fig. 4 gezeigten Struktur resultiert.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

Insbesondere läßt sich die erfindungsgemäße Schutzschicht nicht nur auf mikromechanische Drehratensensoren anwenden, sondern beliebige mikromechanische Bauelemente. Die Wahl der Materialien für die einzelnen Schichten ist nicht auf die angegebenen Materialien beschränkt. Insbesondere ist die Erfindung nicht nur für Siliziumbauelemente, sondern auch für Bauelemente aus anderen mikromechanischen Materialien verwendbar.

Auch kann die Schutzschicht länger als bis zur Fertigstellung der rückseitigen Struktur auf der Vorderseite des Substrats verbleiben und sogar als Zusatzmaske für weitere Vorderseitenprozeßschritte verwendet werden.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Si-Substrat
- 2 unteres Oxid
- 3 vergrabene Leiterbahn aus Polysilizium
- 4 obere Oxid
- 6 Bondrahmen aus Epitaxie-Polysilizium
- 7 Bondpad aus Aluminium
- 9 Abdichtglas bzw. Seal-Glas
- 10 Si-Schutzkappe
- 100 Si-Wafer
- 20 Schwinger
- 30 Kammstruktur
- VS, RS Vorderseite, Rückseite
- S Schutzschicht
- B1-B4 mikromechanische Strukturelemente

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements, insbesondere eines oberflächenmikromechanischen Drehratensensors, mit den Schritten: Bereitstellen eines Substrats (1) mit einer Vorderseite (VS) und einer Rückseite (RS); Bilden einer mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS); Aufbringen einer Schutzschicht (S) auf der mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS); Bilden einer mikromechanischen Struktur (B4) auf der Rückseite (RS), wobei zumindest zeitweise ein Lagern auf der mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS) erfolgt; Entfernen der Schutzschicht (S) auf der Vorderseite (VS); und optionelles Weiterbearbeiten der mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS) und/oder der mikromechanischen Struktur (B4) auf der Rückseite (RS).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (S) unmittelbar nach Bilden der mikromechanischen Struktur (B4) auf der Rückseite (RS) entfernt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (S) nach Bilden der mikromechanischen Struktur (B4) auf der Rückseite (RS) belassen wird und als Zusatzmaske für das Wei-

terbearbeiten der mikromechanischen Struktur (B1, B2, B3) auf der Vorderseite (VS) verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch den Schritt des Strukturierens der Schutzschicht (S) auf der Vorderseite (VS).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch den Schritt des selektiven Entfernens der Schutzschicht (S) durch einen isotropen Naß- oder Trockenätzprozeß.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

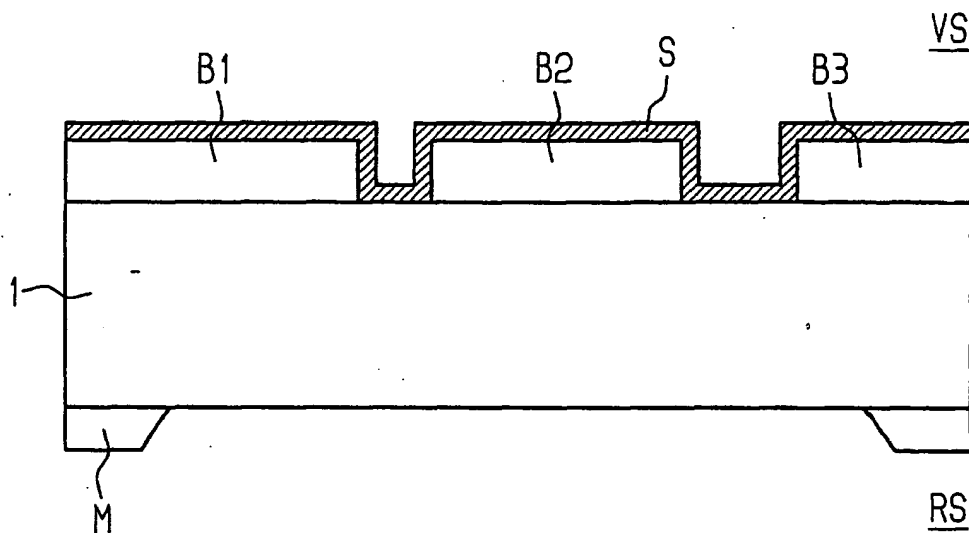


FIG 2

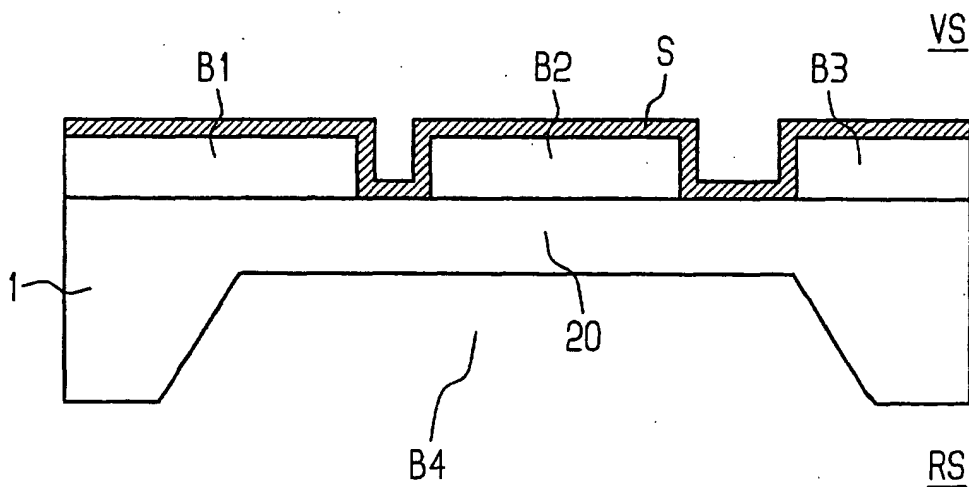


FIG 3

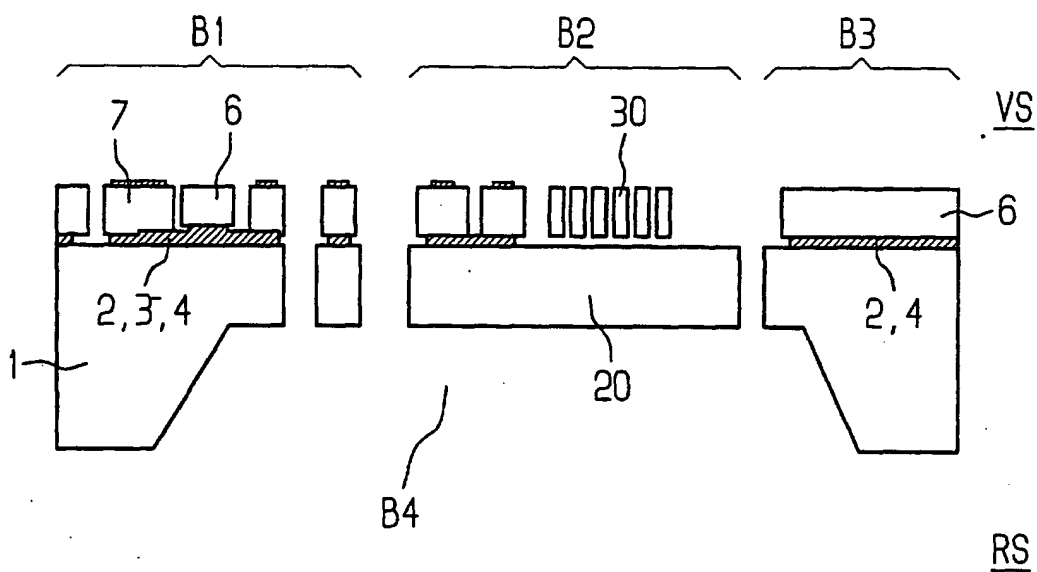


FIG 4

